



⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift  
⑬ EP 0 595 071 B 1  
⑭ DE 693 22 835 T 2

⑮ Int. Cl. 6:  
H 01 L 21/00

DE 693 22 835 T 2

⑯ Deutsches Aktenzeichen: 693 22 835.0  
⑯ Europäisches Aktenzeichen: 93 116 036.0  
⑯ Europäischer Anmeldetag: 5. 10. 93  
⑯ Erstveröffentlichung durch das EPA: 4. 5. 94  
⑯ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 30. 12. 98  
⑯ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 10. 6. 99

⑰ Unionspriorität:  
288950/92 27. 10. 92 JP

⑲ Patentinhaber:  
Sumitomo Electric Industries, Ltd., Osaka, JP

⑳ Vertreter:  
HOFFMANN · EITLE, 81925 München

㉑ Benannte Vertragstaaten:  
DE, FR, GB, IT, SE

㉒ Erfinder:  
Ueda, Minoru, C/o Osaka Works of Sumitomo,  
Konohana-ku, Osaka, JP

㉓ Einrichtung zur Halterung eines Halbleiterplättchens

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## SACHGEBIET DER ERFINDUNG

Diese Erfindung betrifft ein Waferhalterungsgerät zur Halterung eines Wafers, so z.B. eines Halbleiterwafers und eines Siliziumwafers, in einer Bearbeitungsstation unter dem Einfluß einer Saugkraft, die von einer Vakuumpumpe erzeugt wird, und insbesondere betrifft sie ein Waferhalterungsgerät, das für die Halterung eines Siliziumwafers angepaßt ist, in den eine Vielzahl von Mikromaschinen, wie z.B. Getriebe, Motoren, Membranen und Ausleger, hineingeformt sind.

## BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK

In den letzten Jahren hat die Produktionstechnologie von Halbleitern beträchtliche Fortschritte gemacht und ist jetzt in der Lage ULSI (Ultrahochintegrationsbausteine) mit der Mikrobearbeitungsgenauigkeit von 1  $\mu\text{m}$  herzustellen, welche die LSI (Hochintegrationsbausteine) mit der Mikrobearbeitungsgenauigkeit von 3  $\mu\text{m}$  und die VLSI (Höchstintegrationsbausteine) mit der Mikrobearbeitungsgenauigkeit von 2  $\mu\text{m}$  übertreffen. Entsprechend dazu sind Forschung und Entwicklung in letzter Zeit zu Mikrobearbeitungstechnologien fortgeschritten, durch die Mikromaschinen wie Getriebe, Motoren und dazu ähnliche in einen Siliziumwafer hineingeformt werden unter Verwendung einer Herstellungstechnologie von integrierten Schaltkreisen in Halbleiterwafern.

Im allgemeinen sind die „Mikromaschinen“ bislang als technischer Begriff verwendet worden, mit dem mikroskalierte mechanische Elemente oder Strukturen (z. B. solche wie Getriebe, Motoren, Membranen und Ausleger) bezeichnet werden sollen, die in Siliziumwafer mittels Mikrobearbeitungstechnologien eingebaut werden. In einem engeren Sinne sind die Mikromaschinen allgemein als Werkstoffe festgelegt, die bis in einen Bereich über die physikalischen Gesetze hinaus mikroskaliert werden. Hier jedoch soll der Begriff „Mikromaschinen“, der in den weiteren Darlegungen der vorliegenden Beschreibung auftreten wird, mikroskaliert

te mechanische Elemente und Strukturen bedeuten, die in einen Siliziumwafer eingebaut sind.

Während des Mikrobearbeitungsprozesses ist es erforderlich, den Siliziumwafer, der das Ausgangsmaterial für die Mikromaschinen bildet, stationär festzuhalten. Zu diesem Zweck wurde bisher ein in der Fertigung von integrierten Halbleiterschaltkreisen eingesetztes konventionelles Waferhalterungsgerät als Gerät zur Halterung von Siliziumwafers eingesetzt.

Bei konventionellen Waferhalterungsgerät wird eine Vakuumattraktionsmethode übernommen, bei welcher der im Vergleich zum äußeren Luftdruck geringere Vakuumdruck im Waferhalterungsgerät genutzt wird, um den Halbleiterwafer stationär während des Herstellungsprozesses der LSI, VLSI oder ULSI ( im folgenden einfach als „LSI“ bezeichnet) festzuhalten.

Mit diesem Verfahren ist es weniger wahrscheinlich, daß die Halbleiterwafer beschädigt werden, als mit einem mechanischen Halterungsverfahren, und es kann deshalb den Ausstoß des Halbleiterwafers vergrößern.

Mit Bezug auf die Abb. 5 und 6, die eine Draufsicht bzw. eine Querschnittsansicht eines dem Stand der Technik entsprechenden, die Vakuumattraktionsmethode nutzenden Waferhalterungsgerätes zeigen, hat eine Aufsetzbühne 1 eine Anzahl von koaxialen ringförmigen Rillen 2 (nur eine Rille ist dargestellt), die über einen Verbindungskanal 3, der in der Aufsetzbühne 1 vorgesehen ist, in Verbindung gehalten werden mit einem Ausgangsstutzen einer Vakuumpumpe 4.

Beim Betrieb der Vakuumpumpe 4 wird Luft aus den ringförmigen Rillen 2 der Aufsetzbühne 1 herausgesaugt. Kommt folglich beim Aufsetzen eines Halbleiterwafers 5 auf die Aufsetzbühne 1 dieser den ringförmigen Rillen 2 nahe, dann wird der Druck in den ringförmigen Rillen herabgesetzt, was dann zu einer der Druckreduktion entsprechenden Saugkraft führt, die eine Anziehung des Halbleiterwafers 5 an die Aufsetzbühne 1 erzeugt. Infolgedessen wird der Halbleiterwafer 5 zuverlässig an die Aufsetzbühne 1 angesaugt und sta-

27.01.99

tionär an der Aufsetzbühne gehalten.

Wenn der eine Anzahl von Bohrungen 6 (z. B. für die Herstellung von Mikromaschinen 6a) enthaltende Halbleiterwafer 5 auf die Aufsetzbühne 1 gesetzt wird, dann kann es geschehen, daß die ringförmigen Rillen 2 der Aufsetzbühne 1 mit einigen der Bohrungen 6 des Halbleiterwafers 5 in Verbindung treten. Dann kann das Gerät die ringförmigen Rillen 2 nicht in ausreichendem Maße auspumpen und nicht die ausreichende Saugkraft erzeugen, die für das Heranziehen des Halbleiterwafers 5 an die Aufsetzbühne 1 nötig ist.

Andererseits gibt es verschiedene Halbleiter, die zwar keine solchen Bohrungen, jedoch feinstrukturierte Bereiche an den mikromechanisch bearbeiteten Sektionen der Halbleiterwafer enthalten, wo die Mikromaschinen auszuformen sind. Diese feinstrukturierten Bereiche des Halbleiterwafers sind empfindlich gegenüber Beschädigungen, die aus den Spannungen resultieren, denen sie ausgesetzt sind, wenn auf den Halbleiterwafer eine von einer Vakuumpumpe erzeugte Saugkraft wirkt.

Von diesem Gesichtspunkt aus kann das dem Stand der Technik entsprechende Waferhalterungsgerät nur für spezielle Halbleiterwafer eingesetzt werden, von denen ein jeder eine solche individuelle Anordnung von Mikromaschinen hat, so daß eine Beschädigung der feinstrukturierten Bereiche des Halbleiterwafers 5 aus den obengenannten Gründen auszuschließen ist. Außerdem ist die Anzahl der in einen einzigen Halbleiterwafer hineingeformten Mikromaschinen auf ein vergleichsweise geringes Niveau beschränkt, weil der Halbleiterwafer so auf der Aufsetzbühne 1 aufgesetzt werden muß, daß die ringförmigen Rillen nicht mit den feinstrukturierten Bereichen des Halbleiterwafers 5 zusammentreffen. Daraus ergibt sich, daß die dem Stand der Technik entsprechenden Waferhalterungsgeräte keine große Vielfalt von Halbleiterwafers herstellen können und es so unmöglich machen, den Ausstoß an Halbleiterwafer effektiv zu erhöhen.

4  
37.01.99

Ein weiteres Waferhalterungsgerät ist aus den Patent Abstracts of Japan, Band 7, Nr. 292 und JP-A-58 168 253 bekannt. Ein Waferhalterungsgerät entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist bekannt aus DE-A-2.302.897.

Es ist deshalb ein Ziel der Erfindung, ein Waferhalterungsgerät bereitzustellen, das zur Produktion einer großen Vielfalt von Halbleiterwafers mit unterschiedlichen Anordnungen der in sie hineingeformten Mikromaschinen benutzt werden kann und mit dem sich der Ausstoß an Halbleiterwafer erhöhen läßt.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Dieses Ziel wird erreicht durch ein Waferhalterungsgerät, wie in Anspruch 1 definiert.

Ein Waferhalterungsgerät umfaßt nach einer Ausbildung einen Hauptkörper, versehen mit einem Hohlraum, der ein offenes Ende hat und über einen Verbindungskanal verfügt, der mit dem Hohlraum in Verbindung steht; ein Flachbauteil mit einer Vielzahl von in ihm geformten Durchbohrungen, das sich abtrennbar mit dem Hauptkörper verbinden läßt, um das offene Ende des Hohlraums abzudecken, so daß eine abgeschlossene Kammer gebildet wird, und das mit einer ersten Oberfläche in unmittelbarem Kontakt einem Wafer und mit einer zweiten Oberfläche dem Hohlraum gegenüber zu stellen ist, wobei die Durchbohrungen im Flachbauteil so angeordnet sind, daß sie durch die Bereiche von besagtem Wafer verschlossen werden, wenn der Wafer auf der ersten Oberfläche des Flachbauteils plaziert wird; und eine Vakuumpumpe mit einem Ansaugstutzen, der mit der abgeschlossenen Kammer durch den Verbindungskanal in Verbindung gehalten wird, um die abgeschlossene Kammer durch den Verbindungskanal zu evakuieren und damit den Wafer auf dem Flachbauteil in Richtung zur evakuierten abgeschlossenen Kammer hin anzuziehen.

Entsprechend einer anderen Ausbildung ist jede der Durchbohrungen des Flachbauteils versetzt gegenüber dem Bereich des Wafers, der auf dem Flachbauteil bearbeitet wird.

27.01.99

In einer weiteren Ausbildung wird das Flachbauteil durch einen Siliziumwafer gebildet.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die charakteristischen Merkmale und Vorteile eines Waferhalterungsgerätes zur Halterung eines Wafers entsprechend der vorliegenden Erfindung werden klarer verständlich aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen, von denen:

Fig. 1 eine Draufsicht eines Waferhalterungsgerätes ist, das die vorgelegte Erfindung darstellt;

Fig. 2 ein Querschnitt ist, der längs der Linie A-A von Fig. 1 genommen wurde;

Fig. 3 eine Ausschnittsvergrößerung der Draufsicht des in der Fig. 1 dargestellten Waferhalterungsgerätes ist;

Fig. 4 eine Ausschnittsvergrößerung eines Querschnitts ist, der längs der Linie B-B von Fig. 1 genommen wurde;

Fig. 5 eine Draufsicht eines Waferhalterungsgerätes ist, das dem bekannten Stand der Technik entspricht und

Fig. 6 ein Querschnitt ist, der längs der Linie C-C von Fig. 5 genommen wurde.

#### BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Die Fig. 1 und 2 zeigen ein Waferhalterungsgerät, das als eine bevorzugte Ausbildung der vorliegenden Erfindung vorgestellt wird.

Die Bezugsziffer 10 in den Fig. 1 und 2 bezeichnet einen Hauptkörper, der als eine Aufsetzbühne dient, die Bezugsziffer 11 ein Flachbauteil und die Bezugsziffer 12 einen Halbleiterwafer (typischerweise ein Siliziumwafer). Der Halbleiterwafer 12 hat eine Anzahl von mikrobearbeiteten Sektionen 13 in denen Mikromaschinen herauszuformen sind. Die mikrobearbeiteten Sektionen 13 sind in vorherbestimmten Abständen in der Längs - und Querrichtung des Halbleiterwafers 12 angeordnet. Für die Mikromaschinen dieser Ausbildung werden Ausleger angenommen, die zum Einsatz in einem Beschleunigungsmesser vorgesehen sind, selbstver-

27.01.99

ständlich können sie jedoch durch andere Arten von Mikromaschinen ersetzt werden.

Der Hauptkörper 10 ist mit einem kreisförmigen Hohlraum 14 versehen, der ein offenes Ende hat und untere und obere koaxiale Hohlraumsektoren 14a und 14b umfaßt, die sich in ihrem Durchmesser unterscheiden. Der Durchmesser  $\varnothing 1$  des oberen Hohlraumsektors 14b ist im wesentlichen gleich dem Durchmesser des zu bearbeitenden Halbleiterwafers, und der Durchmesser  $\varnothing 2$  des unteren Hohlraumsektors 14a ist etwas kleiner als der Durchmesser  $\varnothing 1$  des oberen Hohlraumsektors 14b. Ein ringförmiger Flachsims 10a ist im Hauptkörper 10 zwischen dem unteren Hohlraumsektor 14a und dem oberen Hohlraumsektor 14b des Hohlraumes 14 eingebaut. Wie in der Fig. 1 dargestellt, ist im Hauptkörper 10 ein Vakuumverbindungska-  
nal 15 so ausgebildet, daß er sich von der Seitenwand des unteren Hohlraumsektors 14a zur Außenseite des Hauptkörpers 10 erstreckt. Eine Vakuumpumpe 16 ist an der Außenseite des Hauptkörpers 10 angeordnet, sie hat einen Ansaugstutzen, der mit dem unteren Hohlraumsek-  
tor 14a des Hohlraumes 14 durch den Vakuumverbindungska-  
nal 15 in Verbindung gehalten wird.

Das Flachbauteil 11 hat eine kreisförmige Konfiguration, die im wesentlichen identisch mit der des Halbleiterwafers 12 ist, und es hat einen Durchmesser, der auch im wesentlichen gleich dem Innendurchmesser  $\varnothing 1$  des oberen Hohlraumsektors 14b des Hohlraumes 14 ist.

Das Flachbauteil 11 greift lösbar in den ringförmigen Flachsims 10a des Hauptkörpers 10 ein, um das obere Ende des Hohlraumes 14 abzudecken, solcherart eine geschlossene Kammer bildend. Das Flachbauteil 11 hat eine erste Oberfläche, die unmittelbar flächenkontaktierend dem Halbleiterwafer 12 gegenüber zu stellen ist und eine zweite Oberfläche, die dem Hohl-  
raum 14 gegenübersteht. Wenn das Flachbauteil 11 in den oberen Hohlraumsektor 14b des Hohlraumes 14 eingeführt wird, dann wird der äußere ringförmige periphere Teil des Flach-  
bauteils 11 auf den ringförmigen Flachsims 10a des Hauptkörpers 10 im Hohlraum 14 aufge-

27.01.99

setzt.

Die Dicke  $t$  des Flachbauteils 11 ist etwas geringer als die Höhe  $h$  des oberen Hohlraumsektors 14b, so daß die obere Oberfläche des Flachbauteils 11 unterhalb der oberen Oberfläche des Körpers 10 abschließt. Infolge der Dicke des Flachbauteils 11 so wie auch des Durchmessers des Halbleiters 12 gemäß der obigen Beschreibung ist der Halbleiterwafer 12 im oberen Hohlraumsektor 14b des Hohlraumes 14 fest positioniert, ohne in die horizontale Richtung des Hauptkörpers verschoben zu werden, unter der Bedingung, daß der Halbleiterwafer 12 auf den ringförmigen Flachsims 10a des Hauptkörpers 10 aufgesetzt wird.

Das Flachbauteil 11 hat eine Vielzahl von kleinen Durchbohrungen 17, die in dieses hineingefürt wurden und die sich in Richtung der Dicke des Flachbauteils 11 erstrecken. Die Durchbohrungen 17 sind im Flachbauteil 11 hinsichtlich des Halbleiterwafers 12 so angeordnet, daß sie durch den Halbleiter 12 verschlossen werden, wenn der Halbleiter 12 auf die erste Oberfläche des Flachbauteils 11 aufgesetzt wird. Genauer gesagt sind, wie in Fig. 4 dargestellt, die Abstände  $D_1$  und  $D_2$  von der Mittelachse der Durchbohrung 17 zu den Mittelachsen der angrenzenden zwei mikrobearbeiteten Sektionen 13 im wesentlichen gleich zueinander, so daß die Durchbohrungen 17 räumlich entfernt sind von den mikrobearbeiteten Sektionen 13 des Halbleiters 12 auf dem Flachbauteil 11 und somit ihre Fluchtrichtungen nicht übereinstimmen.

Wie in Fig. 1 dargestellt ist, erfolgt z.B. für den Fall, daß der Halbleiterwafer 12 eine Anzahl von mikrobearbeiteten Sektionen 13 hat, die in konstanten Abständen in Längs- und Querrichtung des Halbleiters 12 angeordnet sind, eine Auswahl des Flachbauteils 11 für den Halbleiterwafer 12 in der Art, daß sich jede der in das Flachbauteil 11 hineingefürteten Durchbohrungen 17 in einem gleichen Abstand von den zu ihnen nächstgelegenen mikrobearbeiteten Sektionen 13 des Halbleiters 12 befindet, die ihrerseits von den Durchbohrungen 17 umgeben sind.

87.01.99

Die Wirkungsweise des der vorliegenden Erfindung entsprechenden und oben dargelegten Waferhalterungsgerätes wird nun im Verlaufe der folgenden Beschreibung ersichtlich werden. Zur Plazierung eines mikrobearbeitete Sektionen 13 aufweisenden Halbleiterwafers 12 auf ein Flachbauteil 11 wird das Flachbauteil 11 für den Halbleiterwafer 12 in der Art ausgewählt, daß jede der in das Flachbauteil 11 hineingeformten Durchbohrungen 17 sich in einem gleichen räumlichen Abstand von den zu ihnen nächstgelegenen mikrobearbeiteten Sektionen 13 des Halbleiterwafers 12 befindet, die ihrerseits von den Durchbohrungen 17 umgeben sind. Das ausgewählte Flachbauteil 11 wird dann vom oberen Hohlraumsektor 14b des Hohlraums 14 des Hauptkörpers 10 aufgenommen, um auf den Sims 10a des Hauptkörpers 10 aufgesetzt zu werden. Dann wird der Halbleiterwafer 12 auf das ausgewählte Flachbauteil 11 aufgesetzt und so bezüglich des ausgewählten Flachbauteils 11 positioniert, daß jede der Durchbohrungen 17 im Flachbauteil 11 räumlich gleich weit entfernt von den zu ihnen nächstgelegenen mikrobearbeiteten Sektionen 13 des Halbleiterwafers 12 ist, die ihrerseits von den Durchbohrungen 17 umgeben sind. Unter diesen Bedingungen wird die Pumpe 16 betrieben, um in der abgeschlossenen Kammer des Hohlraumes 14 ein Vakuum zu erzeugen. Dadurch wird der Halbleiterwafer 12 in engem Kontakt mit dem Flachbauteil 11 gehalten, wobei die ebene ringförmige Fläche des Flachbauteils 11 mit dem ringförmigen Sims 10a des Flachbauteils 11 hermetisch abgedichtet wird. Daher wird der Druck in dem unteren Hohlraum 14a ausreichend reduziert, um alle Durchbohrungen 17 des Flachbauteils 11 vollständig durch die Bereiche des Halbleiterwafers 12 zu schließen, die von den mikrobearbeiteten Sektionen 13 des Halbleiterwafers 12 umgeben sind. Im Ergebnis werden der Halbleiterwafer 12 und das Flachbauteil 11 stationär auf dem Hauptkörper 10 festgehalten, während der Halbleiterwafer 12 verschiedene Prozeßschritte, so Photolithographie, Überprüfung und Bewertung, durchläuft.

27.01.99

Das Flachbauteil 11 wird vorzugsweise durch einen Siliziumwafer gebildet, der ausgezeichnete Oberflächenglättung und Wärmeleitvermögen aufweist. Die ausgezeichneten Glättungseigenschaften der Oberfläche des Siliziumwafers führen dazu, daß das Flachbauteil 11 zuverlässig in engem Kontakt mit dem auf ihm zu bearbeitenden Halbleiterwafer 12 gehalten werden kann. Andererseits kann die ausgezeichnete Wärmeleitfähigkeit dazu veranlassen, den Siliziumwafer als ein Heizelement zu nutzen. Folglich macht es ein derartiger Siliziumwafer 12 möglich, das Flachbauteil 11 unter den gewünschten Bedingungen für spezielle Bearbeitungsprozesse zu nutzen, einschließlich der anodischen Anbindung von Natronwasserglas an die Oberfläche des Halbleiterwafers 12.

Die mikrobearbeiteten Sektionen 13 des Halbleiterwafers 12 werden mit einem anisotropen Ätzprozeß bearbeitet, wobei zum Beispiel 50 prozentiges Kaliumhydroxyd ( $80^{\circ}\text{C}$ ) eingesetzt wird. Wenn als Flachbauteil 11 ein Siliziumwafer benutzt wird, dann wird unter dem Gesichtspunkt der Einfachheit der Mikrobearbeitungsprozesse ein analoger anisotroper Ätzprozeß für die Durchbohrungen 17 des Flachbauteils 11 bevorzugt.

Wenn der anisotrope Ätzprozeß auf die (110) Ebene des Siliziumwafers angewandt wird, dann werden die mikrobearbeiteten Sektionen 13 des Halbleiters 12 und die kleinen Durchbohrungen 17 beide nicht in einer rechteckigen Gestalt konfiguriert, wie es in der Fig. 1 dargestellt ist, sondern in Form eines Parallelogramms, wie es die Fig. 3 zeigt.

Nach den Darstellungen der Fig. 1 und 5 wird für den Halbleiterwafer 12 ein vollkommen kreisförmiger Außenumfang angenommen, während jedoch bei einem typischen Halbleiterwafer auf diesem sogenannte Orientierungsflachprofile herausgearbeitet sind. Damit ist es möglich, die Positionierung des Halbleiterwafers 12 bezüglich des Flachbauteils 11 in der Rotationsrichtung zu erleichtern, wenn das Flachbauteil 11 mit Orientierungsflachprofilen auf dem Flachbauteil 11 so ausgestattet ist, daß sich diese mit den Orientierungsflachprofilen des

10:17:01.99

Halbleiterwafers 12 in Übereinstimmung bringen lassen. Wird ein Siliziumwafer als Flachbauteil 11 benutzt, dann können die ursprünglich auf dem Siliziumwafer herausgeformten Orientierungsflachprofile für diesen Zweck verwendet werden.

Das obige Waferhalterungsgerät, das die vorliegende Erfindung verkörpert, ist hinsichtlich seiner Anwendung für einen Halbleiterwafer 12, der mikrobearbeitete Sektionen 13 hat, beschrieben worden, wobei die Erfindung jedoch nicht auf eine solche Anwendung für den Halbleiterwafer 12 beschränkt ist. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann der Halbleiterwafer 12 durch einen typischen Halbleiter mit darin zusammengefaßten integrierten Schaltkreisen ersetzt werden.

Wie oben in bezug auf das Waferhalterungsgerät beschrieben wurde, ist das Flachbauteil 11 mit dem Hauptkörper 10 abnehmbar in der Art zusammengefügt, daß es möglich ist, ein bestimmtes Flachbauteil aus einer Anzahl von Flachbauteilen mit unterschiedlichen Anordnungen der in sie hineingeförmten Durchbohrungen 17 so auszuwählen, daß es der Anordnung der mikrobearbeiteten Sektionen des Halbleiterwafers angepaßt ist. Deshalb kann die Effizienz des Waferhalterungsgesätes beträchtlich erhöht werden, da die unterschiedliche Anordnungen und unterschiedliche Anzahl von mikrobearbeiteten Sektionen 13 aufweisenden Halbleiterwafer 12 frei gewählt werden können.

Wird ein Siliziumwafer als Flachbauteil verwendet, dann werden die folgenden Vorteile erreicht.

- (i) Eine Vielzahl von Flachbauteilen mit unterschiedlichen Anordnungen von Durchbohrungen 17, die in Übereinstimmung mit den unterschiedlichen Halbleiterwafers 12 auszuwählen sind, kann leicht mit einem anisotropen Ätzprozeß in einem sukzessiven Chargenverfahren produziert werden.
- (ii) Da die Oberfläche des Flachbauteils über eine ausgezeichnete Glätte wie ein Spiegel ver-

27.01.99

fügt, kann der hermetisch abgeschlossene Kontakt zwischen dem Halbleiterwafer 12 und dem Flachbauteil 11 zuverlässiger erreicht werden, wenn der Halbleiterwafer 12 auf das Flachbauteil 11 aufgesetzt wird, und Details der unteren Oberfläche des Halbleiterwafers 12 können durch ein Abbild von dieser, das auf der glatten Oberfläche des Flachbauteils 11 erscheint, wahrgenommen werden.

- (iii) Da Silizium ausgezeichnet hinsichtlich seiner Wärmeleitfähigkeit ist, kann das Flachbauteil 11 nicht nur als Heizelement sondern auch als Wärmeleitungsmittel verwendet werden, wodurch es einfacher wird, verschiedene Arten der Wärmebehandlung am Halbleiterwafer 12 auszuführen.
- (iv) Säuberungsbehandlung und Ätzreinigung des Flachbauteils 11 können leicht ausgeführt werden.

## PATENTANSPRÜCHE

## 1. Ein Waferhalterungsgerät umfassend:

einen Hauptkörper (10) versehen mit einem Verbindungskanal (15) und einem Hohlraum (14), welcher einen unteren Hohlraumsektor (14a), der in Verbindung mit dem Verbindungskanal (15) gehalten wird, und einen oberen Hohlraumsektor (14b) umfaßt, der ein offenes Ende hat, wobei der Hauptkörper (10) über einen ringförmigen Flachsims (10a) zwischen dem unteren und dem oberen koaxialen Hohlraumsektor (14a, 14b) verfügt;

ein kreisförmiges Flachbauteil (11), dessen Durchmesser im wesentlichen gleich dem Innen-durchmesser des oberen Hohlraumsektors (14b) ist und der eine Vielzahl von darin angeordneten Durchbohrungen (17) aufweist und der lösbar in dem oberen Hohlraumsektor (14b) des Hohlraumes (14) eingesetzt ist, solcherart auf dem ringförmigen Flachsims (10a) des Haupt-körpers (10) aufsitzend, dabei eine abgeschlossene Kammer bildend, wobei das Flachbauteil (11) eine erste Oberfläche hat, die unmittelbar flächenkontaktierend dem kreisförmigen Wafer (12) gegenüber anzuordnen ist, und eine zweite Oberfläche, die dem unteren Hohlraumsektor (14a) des Hohlraumes (14) gegenüber angeordnet ist; und

eine Vakuumpumpe (16) mit einem über den Verbindungskanal (15) mit der abgeschlossenen Kammer in Verbindung gehaltenen Stutzen, zur Evakuierung der abgeschlossenen Kammer durch den Verbindungskanal (15) und zum Ansaugen des Wafers (12) auf dem Flachbauteil (11) in Richtung auf die evakuierte abgeschlossene Kammer hin; dadurch gekennzeichnet, daß das Flachbauteil (11) eine zirkulare Konfiguration hat, die im wesentlichen identisch dem Wafer (12) ist, und eine Dicke aufweist, die kleiner als die Höhe des oberen Hohlraumsektors (14b) ist, so daß die erste Oberfläche des Flachbauteils (11) unterhalb der oberen Oberfläche des Hauptkörpers (10) endet, und daß die Durchbohrungen (17) in dem Flachbauteil (11) so angeordnet sind, daß sie nicht zusammenfallen mit mikrobearbeiteten Sektionen (13) des Wa-

13 37-011-99

fers und durch die zwischen den mikrobearbeiteten Sektionen liegende Bereiche des Wafers (12) verschließbar sind, wenn der Wafer (12) auf die erste Oberfläche des Flachbauteils (11) aufgesetzt wird.

2. Ein Waferhalterungsgerät gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Flachbauteil (11) durch einen Siliziumwafer gebildet wird.
3. Ein Waferhalterungsgerät gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in den mikrobearbeiteten Sektionen des Wafers Mikromaschinen oder integrierte Schaltkreise herausformbar sind.

0 595 071

1/4  
17.01.99  
FIG. 1

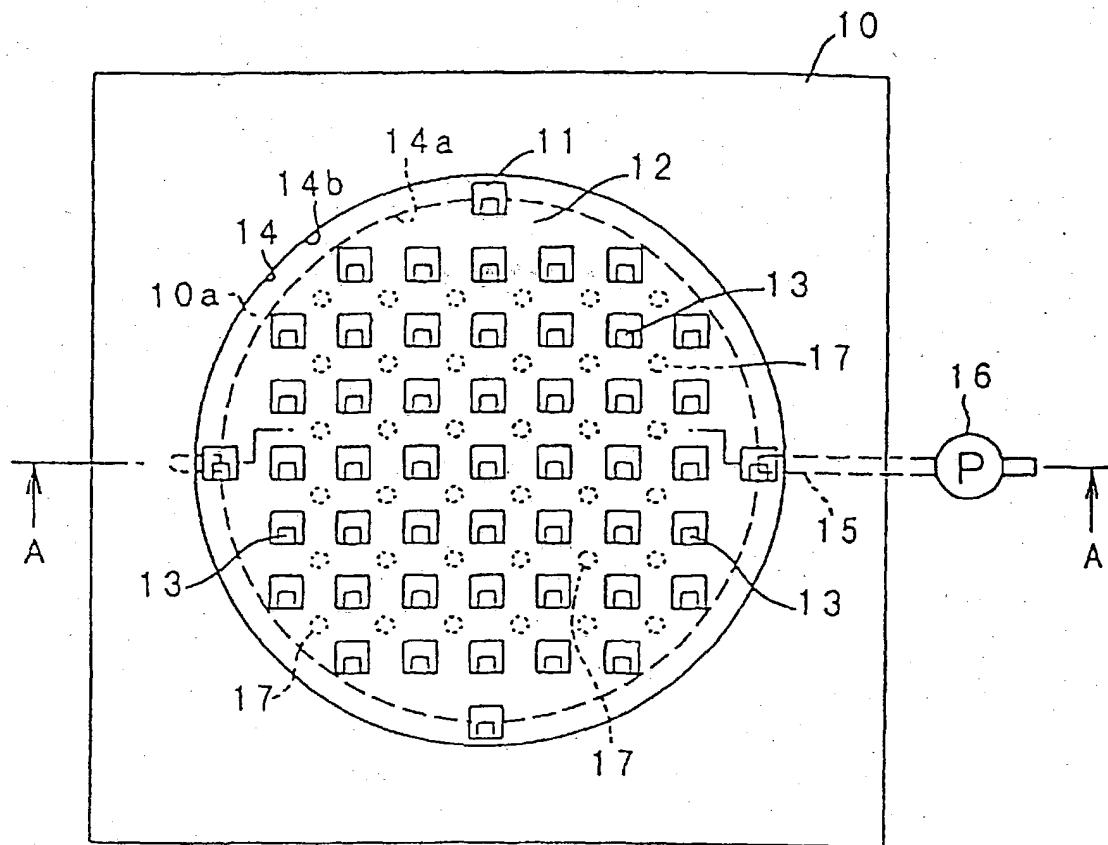
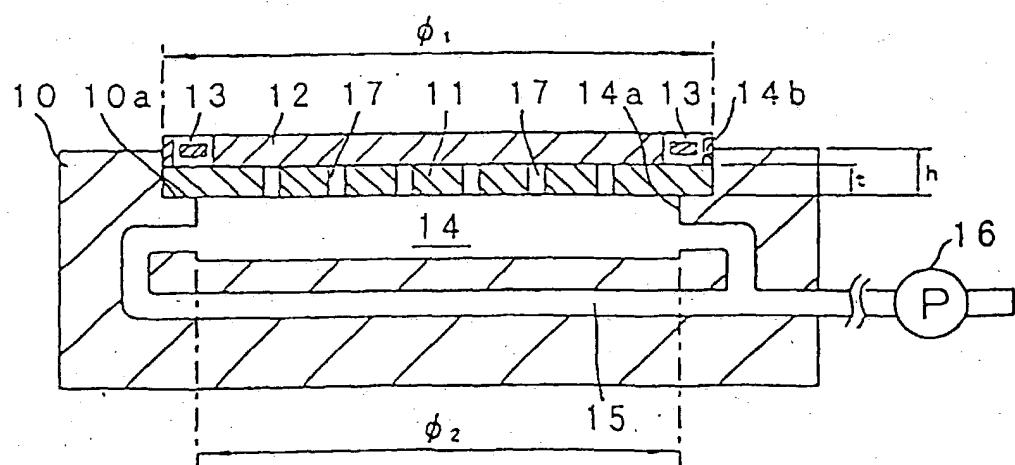
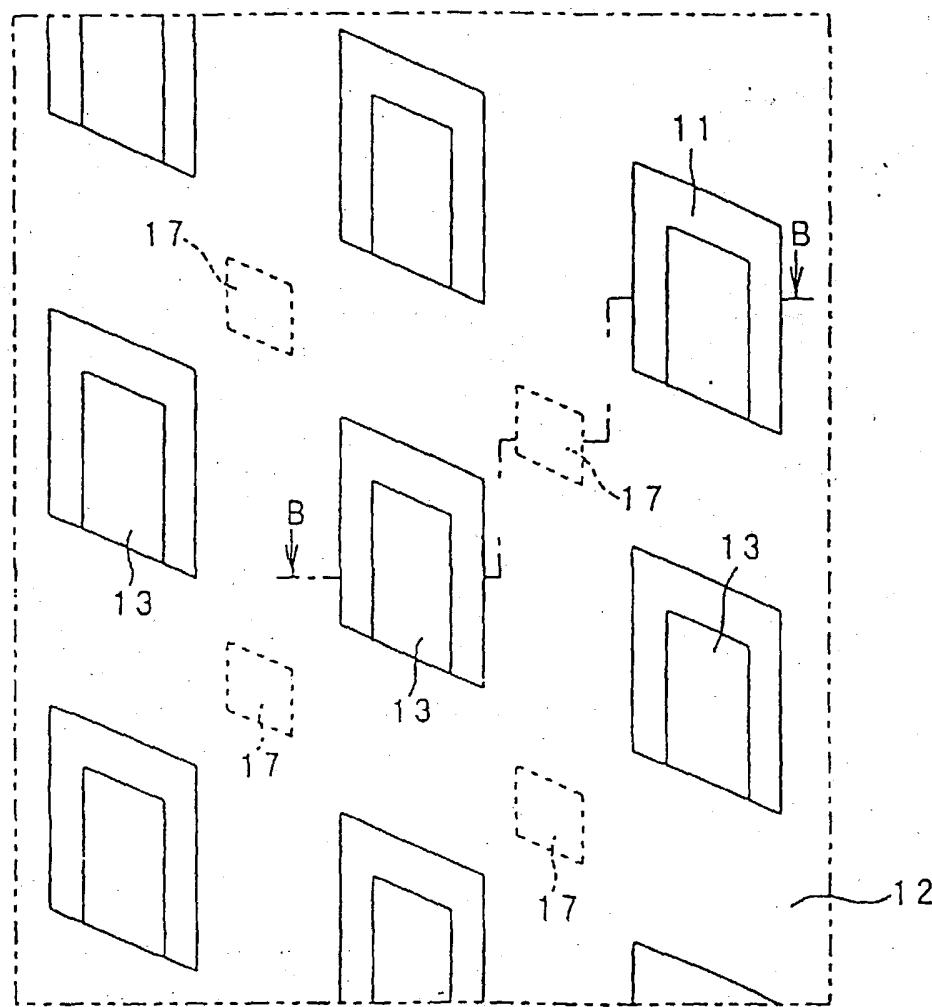


FIG. 2



27.01.99

FIG. 3



27.01.99

FIG. 4

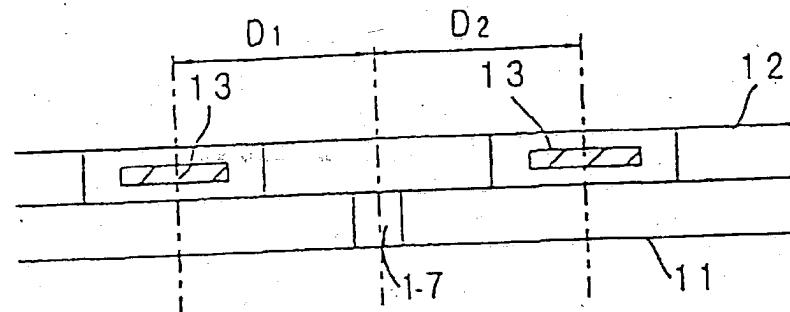
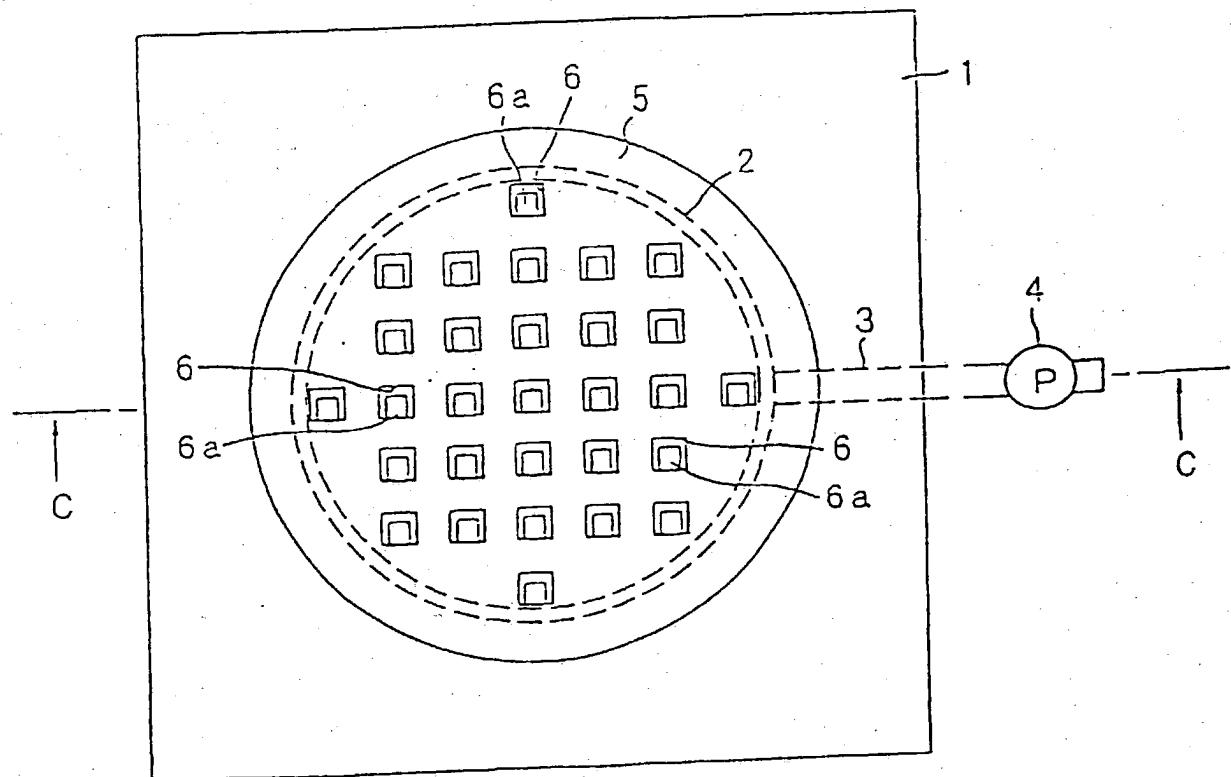
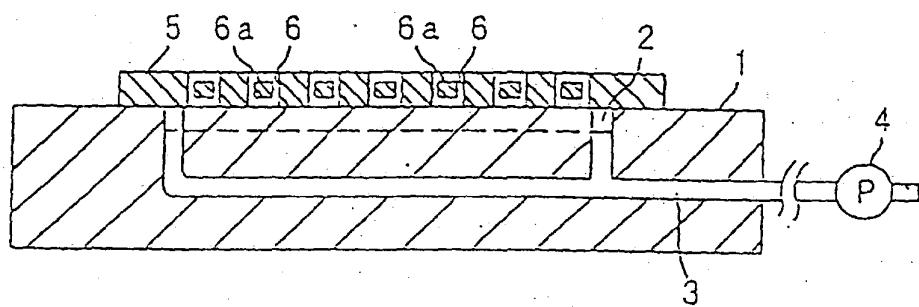
FIG. 5  
STAND DER TECHNIK

FIG. 6  
STAND DER TECHNIK



EP 0 595 071 A1

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11) Publication number:



0 595 071 A1

(12)

## EUROPEAN PATENT APPLICATION

(21) Application number: 93116036.0

(51) Int. Cl. 5: H01L 21/00

(22) Date of filing: 05.10.93

(30) Priority: 27.10.92 JP 288950/92

(43) Date of publication of application:  
04.05.94 Bulletin 94/18

(84) Designated Contracting States:  
DE FR GB IT SE

(71) Applicant: SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES,  
LIMITED  
5-33, Kitahama 4-chome  
Chuo-ku  
Osaka(JP)

(72) Inventor: Ueda, Minoru, C/o Osaka Works of  
Sumitomo  
Electric Industries, Ltd,  
1-3, Shimaya, 1-chome  
Konohana-ku, Osaka(JP)

(74) Representative: Kügele, Bernhard et al  
NOVAPAT-CABINET CHEREAU,  
9, Rue du Valais  
CH-1202 Genève (CH)

(54) Wafer holding apparatus for holding a wafer.

(57) A wafer holding apparatus for holding a wafer stationary includes a main body (10) and a plate member (11) detachably placed on the main body (10). The main body (10) includes a cavity (14) having an open end at the upper surface of the main body (10) and includes a passageway (15) extending from the cavity (14) to communicate the cavity (14) with a vacuum pump (16). The plate member (11) is placed on the main body (10) to plug the open end of the cavity (14) and supports on its upper surface a wafer (12) to be processed. The plate member (11) has a number of through bores (17) arranged in a predetermined arrangement matched for the arrangement of micromachined sections of the wafer (12) where micromachines (13) or integrated circuits are to be formed. Before processing of the wafer (12), the plate member (11) is selected for the wafer (12) in such a manner that the through bores (17) of the plate member are deviated from the micromachined sections of the wafer (12) where the micromachines (13) are to be formed. This results in the micromachined sections being protected from the suction force caused by the vacuum pump (4), thereby making it possible to enhance the productiv-

ity of the wafer (12).



FIELD OF THE INVENTION

This invention relates to a wafer holding apparatus for holding a wafer such as semiconductor wafer and silicon wafer in a work station under the influence of a suction force caused by a vacuum pump, and more particularly to a wafer holding apparatus which is adapted to hold a silicon wafer formed with a plurality of *micromachines* such as gears, motors, diaphragms, and cantilevers.

DESCRIPTION OF THE PRIOR ART

A semiconductor producing technology is remarkably progressed in recent years and has now come to produce ULSIs (ultra-large-scale integrated devices) with the micromachining accuracy of  $1\mu\text{m}$  which exceed LSIs (large-scale integrated devices) with the micromachining accuracy of  $3\mu\text{m}$  and VLSIs (very large-scale integrated devices) with the micromachining accuracy of  $2\mu\text{m}$ . Similarly, the research and development is recently advanced for a micromachining technology through which are formed micromachines such as gears, motors and the like in a silicon wafer by utilizing a semiconductor wafer integrated circuit producing technology.

In general, the "micromachines" have so far been employed as a technical term intended to mean micro-scale mechanical elements or structures (for example such as gears, motors, diaphragms and cantilevers) built in silicon wafers by the micromachining technology. In a narrow sense, the micromachines are generally designated as substances micro-scaled to an extent beyond physical laws. Here, the term "micromachines" appearing as the description proceeds in the present specification are, however, intended to mean micro-scaled mechanical elements or structures built in the silicon wafer.

During the micromachining process, a silicon wafer forming a base material for the micromachines is required to be held stationary. For this purpose, a conventional wafer holding apparatus for producing semiconductor integrated circuits has so far been used as a silicon wafer holding apparatus.

In the conventional wafer holding apparatus, there is adopted a vacuum attracting method of utilizing vacuum pressure lower than the exterior air pressure of the wafer holding apparatus in order to hold a semiconductor wafer stationary during the process for manufacturing LSIs, VLSIs or ULSIs (hereinafter referred to simply as "LSIs"). This method is less likely to damage semiconductor wafers than a mechanically holding method, and can therefore increase the productivity of the semiconductor wafer.

With reference to Figs. 5 and 6 showing a plan view and a cross sectional view, respectively, of a

prior-art wafer holding apparatus using the vacuum attracting method, a stage 1 has a number of coaxial annular grooves 2 (only one groove is illustrated) which are held in communication with a discharge port of a vacuum pump 4 through a passageway 3 provided in the stage 1.

When the vacuum pump 4 is driven, air is exhausted from the annular grooves 2 of the stage 1. Therefore, a semiconductor wafer 5 placed on the stage 1 comes to close the annular grooves 2 so that the pressure in the annular grooves is reduced, thereby resulting in a suction force corresponding to the reduced pressure and causing the semiconductor wafer 5 to be attracted to the stage 1. As a result, the semiconductor wafer 5 is reliably attracted to the stage 1 and thus held stationary on the stage 1.

When the semiconductor wafer 5 having a number of bores 6 (for example, for making micromachines 6a) is placed on the stage 1, the annular grooves 2 of the stage 1 happens to be held in communication with some of the bores 6 of the semiconductor wafer 5. Therefore, the apparatus fails to sufficiently vacuumize the annular grooves 2 and to produce a sufficient suction force required for attracting the semiconductor wafer 5 to the stage 1.

On the other hand, there are several semiconductors each of which has no such bores 6, however, having thin portions of the semiconductor wafer at micromachined sections where the micromachines are to be formed. The thin portions of the semiconductor wafer is susceptible to damages resulting from stresses given thereto when the semiconductor wafer undergoes a suction force produced by a vacuum pump.

From this viewpoint, the prior-art wafer holding apparatus can be employed only for use in specified semiconductor wafers each having individual arrangement of micromachines to prevent the thin portions of the semiconductor wafer 5 from being damaged by the reason stated above. In addition, the number of micromachines formed in a single semiconductor wafer is limited to a relatively low level since the semiconductor wafer is required to be placed on the stage 1 with the annular grooves being not in registry with the thin portions of the semiconductor wafer 5. As a result, the prior-art wafer holding apparatus cannot produce a wide variety of semiconductor wafers, thereby making it impossible to effectively enhance the productivity of the semiconductor wafer.

It is therefore an object of the invention to provide a wafer holding apparatus which can be used for producing a wide variety of semiconductor wafers having different arrangements of micromachines formed therein and enhance the productivity of the semiconductor wafer.



SUMMARY OF THE INVENTION

In one aspect of the present invention, a wafer holding apparatus comprises a main body provided with a cavity having an open end and formed with a passageway held in communication with the cavity; a plate member having a plurality of through bores formed therein and detachably engaging with the main body to plug the open end of the cavity, thereby forming a closed chamber, the plate member having a first surface to be held in face-to-face contact with a wafer and a second surface facing the cavity, and the through bores being so arranged in the plate member as to be closed by the portions of said wafer when the wafer is placed on the first surface of the plate member; and a vacuum pump having a discharge port held in communication with the closed chamber through the passageway to vacuumize the closed chamber through the passageway, thereby attracting the wafer on the plate member toward the vacuumized closed chamber.

According to the another aspect of the present invention, each of the through bores of the plate member is deviated from a portion of the wafer processed on the plate member.

In the further aspect of the present invention, the plate member is constituted by a silicon wafer.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The features and advantages of a wafer holding apparatus for holding a wafer in accordance with the present invention will be more clearly understood from the following description take in conjunction with the accompanying drawings in which:

- Fig. 1 is a plan view of a wafer holding apparatus embodying the present invention;
- Fig. 2 is a cross sectional view taken along the line A-A of Fig. 1;
- Fig. 3 is a fragmentary enlarged plan view of the wafer holding apparatus shown in Fig. 1;
- Fig. 4 is a fragmentary enlarged cross sectional view taken along the line B-B of Fig. 1;
- Fig. 5 is a plan view of a prior-art wafer holding apparatus; and
- Fig. 6 is a cross sectional view taken along the line C-C of Fig. 5.

DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

Figs. 1 and 2 show a wafer holding apparatus raised as a preferred embodiment of the present invention.

In Figs. 1 and 2, reference numeral 10 designates a main body which serves as a stage, the reference numeral 11 a plate member, and the

reference numeral 12 a semiconductor wafer (typically constituted by a silicon wafer). The semiconductor wafer 12 has a number of micromachined sections 13 in which micromachines are to be formed. The micromachined sections 13 are arranged at predetermined intervals in the longitudinal and lateral directions of the semiconductor wafer 12. The micromachines formed in this embodiment are assumed as cantilevers for use in an accelerometer, however, they may of course be replaced by other kinds of micromachines.

The main body 10 is provided with a circular cavity 14 having an open end and including lower and upper coaxial cavity portions 14a and 14b different in diameter. The diameter  $\phi 1$  of the upper cavity portion 14b is substantially equal to the diameter of the semiconductor wafer 12 to be processed, and the diameter  $\phi 2$  of the lower cavity portion 14a is slightly smaller than the diameter  $\phi 1$  of the upper cavity portion 14b. An annular flat ledge 10a is formed in the main body 10 between the lower cavity portion 14a and the upper cavity portion 14b of the cavity 14. A vacuum passageway 15 is formed in the main body 10 to extend from the side wall of the lower cavity portion 14a to the exterior of the main body 10 as illustrated in Fig. 1. A vacuum pump 16 is provided at the exterior of the main body 10 and has a discharge port held in communication with the lower cavity portion 14a of the cavity 14 through the vacuum passageway 15.

The plate member 11 has a circular configuration substantially identical to that of the semiconductor wafer 12 and has a diameter also substantially equal to the inner diameter  $\phi 1$  of the upper cavity portion 14b of the cavity 14. The plate member 11 detachably engages with the flat annular ledge 10a of the main body 10 to plug the open end of the cavity 14, thereby forming a closed chamber. The plate member 11 has a first surface to be held in face-to-face contact with the semiconductor wafer 12 and a second surface facing the cavity 14. When the plate member 11 is received in the upper cavity portion 14b of the cavity 14, the outer annular peripheral portion of the plate member 11 is seated on the flat annular ledge 10a of the main body 10 in the cavity 14.

The thickness  $t$  of the plate member 11 is slightly smaller than the height  $h$  of the upper cavity 14b so that the upper surface of the plate member 11 terminates below the upper surface of the member 10. As a result of the thickness of the plate member 11 as well as the diameter of the semiconductor 12 as described above, the semiconductor wafer 12 is fixedly positioned in the upper cavity portion 14b of the cavity 14 without being displaced in the horizontal direction of the main body 10 under condition that the semiconduc-



tor wafer 12 is seated on the flat annular ledge 10a of the main body 10.

The plate member 11 has a plurality of small through bores 17 formed therein and extending in the thickness direction of the plate member 11. The through bores 17 are so arranged in the plate member 11 with respect to the semiconductor wafer 12 as to be closed by the semiconductor 12 when the semiconductor 12 is placed on the first surface of the plate member 11. More specifically, the distances D1 and D2 from the center axis of the through bore 17 to the center axes of the adjacent two micromachined sections 13 are substantially equal to each other as shown in Fig. 4 so that the through bores 17 are deviated from and thus not held in coaxial alignment with the micromachined sections 13 of the semiconductor 12 on the plate member 11.

For example, as shown in Fig. 1, in case that the semiconductor wafer 12 has a number of micromachined sections 13 arranged at constant intervals of the longitudinal and lateral directions of the semiconductor 12, the plate member 11 is selected for the semiconductor wafer 12 in such a manner that each of the through bores 17 formed in the plate member 11 are equally spaced apart from the micromachined sections 13 of the semiconductor 12 nearest to and surrounded by each of the through bores 17.

The operation of the wafer holding apparatus according to the present invention as stated above will now become apparent as the description proceeds hereinlater.

In order to place a semiconductor wafer 12 having micromachined sections 13 on a plate member 11, the plate member 11 is selected for the semiconductor wafer 12 in such a manner that each of the through bores 17 formed in the plate member 11 are equally spaced apart from the micromachined sections 13 of the semiconductor wafer 12 nearest to and surrounded by each of the through bores 17. The selected plate member 11 is then received in the upper cavity portion 14b of the cavity 14 of the main body 10 to be seated on the ledge 10a of the main body 10. Then, the semiconductor wafer 12 is placed on the selected plate member 11 and positioned with respect to the selected plate member 11 in such a manner that each of the through bores 17 in the plate member 11 are equally spaced apart from the micromachined sections 13 of the semiconductor wafer 12 nearest to and surrounded by each of the through bores 17.

Under these conditions, the pump 16 is driven to have the closed chamber of the cavity 14 vacuumized. This makes the semiconductor wafer 12 to be held in close contact with the plate member 11 with the flat annular portion of the plate

member 11 being hermetically sealed with the annular ledge 10a of the plate member 11. Therefore, the pressure in the lower cavity 14a is sufficiently reduced to have all the through bores 17 of the plate member 11 completely closed by the portions of semiconductor wafer 12 surrounded by the micromachined sections 13 of the semiconductor wafer 12. As a result, the semiconductor wafer 12 and the plate member 11 are held stationary on the main body 10 while the semiconductor wafer 12 undergoes various kinds of process, such as photo lithography, inspection and evaluation.

The plate member 11 is preferably constituted by a silicon wafer which is of excellent surface smoothness and heat conductivity property. The excellent surface smoothness property of the silicon wafer results in having the plate member 11 reliably held in close contact with the semiconductor wafer 12 processed thereon. While, the excellent heat conductivity can cause the silicon wafer to be used as a heater. Therefore, such the silicon wafer 12 makes it possible to use the plate member 11 under desired conditions for special processes including anodic bonding of soda glass to the surface of the semiconductor wafer 12.

Micromachined sections 13 of the semiconductor wafer 12 are treated by an anisotropic etching process using, for example, 50% potassium hydroxide (80 °C). If a silicon wafer is used as the plate member 11, an analogous anisotropic etching is preferably applied to the through bores 17 of the plate member 11 from the viewpoint of simplicity of the micromachine manufacturing process.

When the anisotropic etching is applied to the (110) plane of the silicon wafers, the micromachined sections 13 of the semiconductor 12 and the small through bores 17 are each not configured in a rectangular shape as shown in Fig. 1, but become in a parallelogram shape as shown in Fig. 3.

The semiconductor wafer 12 is illustrated in Figs. 1 and 5 as assumed to have a completely circular contour, however, a typical semiconductor wafer has so-called orientation flat portions formed thereon. This makes it possible to simplify the positioning of the semiconductor wafer 12 with respect to the plate member 11 in the rotational direction thereof if the plate member 11 is formed with orientation flat portions on the plate member 11 so as to be engageable with the orientation flat portions of the semiconductor wafer 12. When a silicon wafer is used as the plate member 11, orientation flat portions originally formed on the silicon wafer may be used for this purpose.

The above wafer holding apparatus embodying the present invention has been described as being applied to a semiconductor wafer 12 having micromachined sections 13, however, the invention is not limited to such application to the semiconductor



wafer 12. According to the present invention, the semiconductor wafer 12 may be replaced by a typical semiconductor with integrated circuits assembled therein.

As described above according to the wafer holding apparatus, the plate member 11 is detachably engaged with the main body 10 so that it is possible to select a certain plate member matched for the arrangement of the micromachined sections of the semiconductor wafer among a number of plate members having different arrangements of the through bores 17 formed therein. Therefore, the efficiency of the wafer holding apparatus can remarkably be enhanced since the semiconductor wafers 12 having different arrangements and numbers of micromachined sections 13 can be freely selected.

If a silicon wafer is used as the plate member 11, the following advantages are obtained.

(i) A plurality of plate members having different arrangements of through bores 17 to be selected in accordance with different semiconductor wafers 12 can easily be produced in a successive and batchwise manner in an anisotropic etching process.

(ii) Since the surface of the plate member 11 is of excellent smoothness like a mirror, the hermetically sealed contact between the semiconductor wafer 12 and the plate member 11 can be more reliably attained when the semiconductor wafer 12 is placed on the plate member 11, and details of the lower surface of the semiconductor wafer 12 can be observed through an image thereof appearing on the smooth surface of the plate member 11.

(iii) Since silicon is excellent in heat conductivity, the plate member 11 can be used as not only a heater but also a heat conduction means, thereby making it easier to carry out various kinds of heat processing to the semiconductor wafer 12.

(iv) Cleansing treatment and etching cleaning of the plate member 11 can be easily performed.

Although the invention has been shown and described with respect to preferred embodiments thereof, it should be understood by those skilled in the art that any modification and change may be made without departing from the spirit and scope of the invention.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

through bores (17) formed therein and detachably engaging with said main body (10) to plug said open end of said cavity (14), thereby forming a closed chamber, said plate member (11) having a first surface to be held in face-to-face contact with a wafer (12) and a second surface facing said cavity (14), and said through bores (17) being so arranged in said plate member (11) as to be closed by the portions of said wafer (12) when said wafer (12) is placed on said first surface of said plate member (11); and

a vacuum pump (16) having a discharge port held in communication with said closed chamber through said passageway (15) to vacuumize said closed chamber through said passageway (15), thereby attracting said wafer (12) on said plate member (11) toward said vacuumized closed chamber.

2. A wafer holding apparatus as set forth in claim 1, wherein each of said through bores (17) of said plate member (11) is deviated from a portion of said wafer (12) processed on said plate member (11).
3. A wafer holding apparatus as set forth in claim 1, wherein said plate member (11) is constituted by a silicon wafer.

## Claims

1. A wafer holding apparatus comprising:
  - a main body (10) provided with a cavity (14) having an open end and formed with a passageway (15) held in communication with said cavity (14);
  - a plate member (11) having a plurality of



FIG. 1

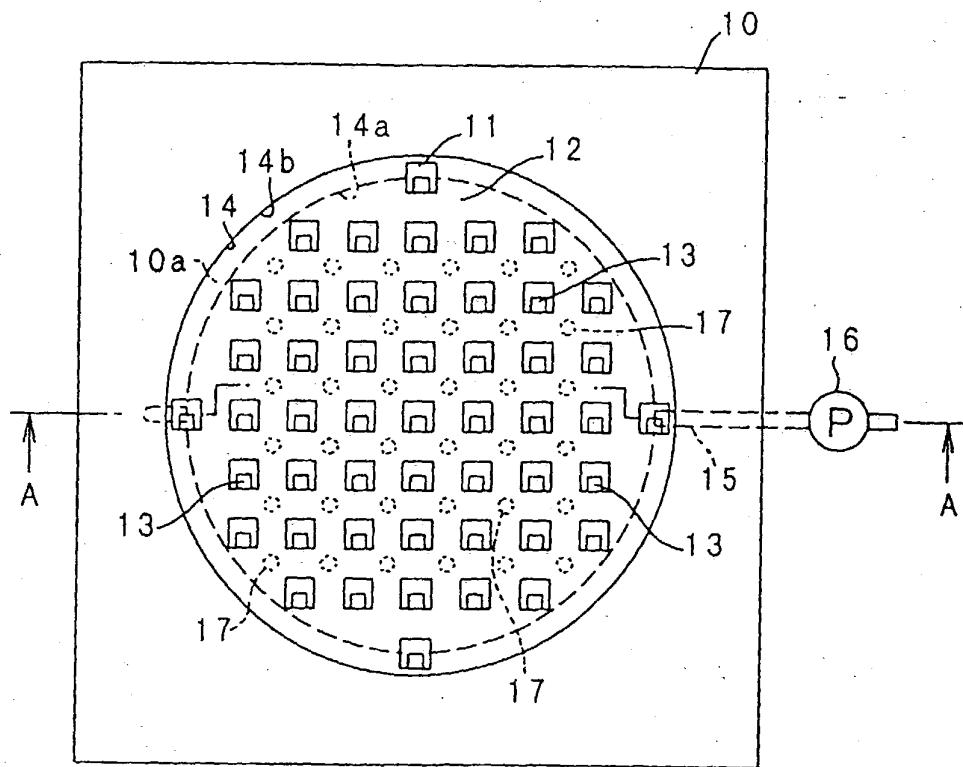


FIG. 2

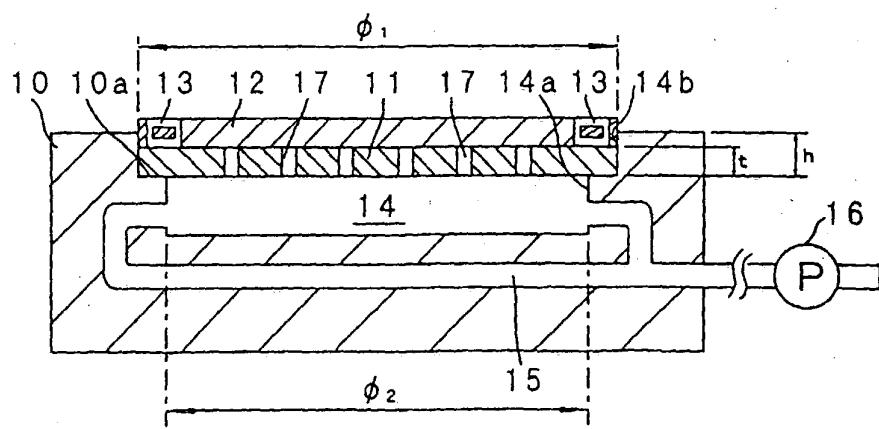




FIG. 3

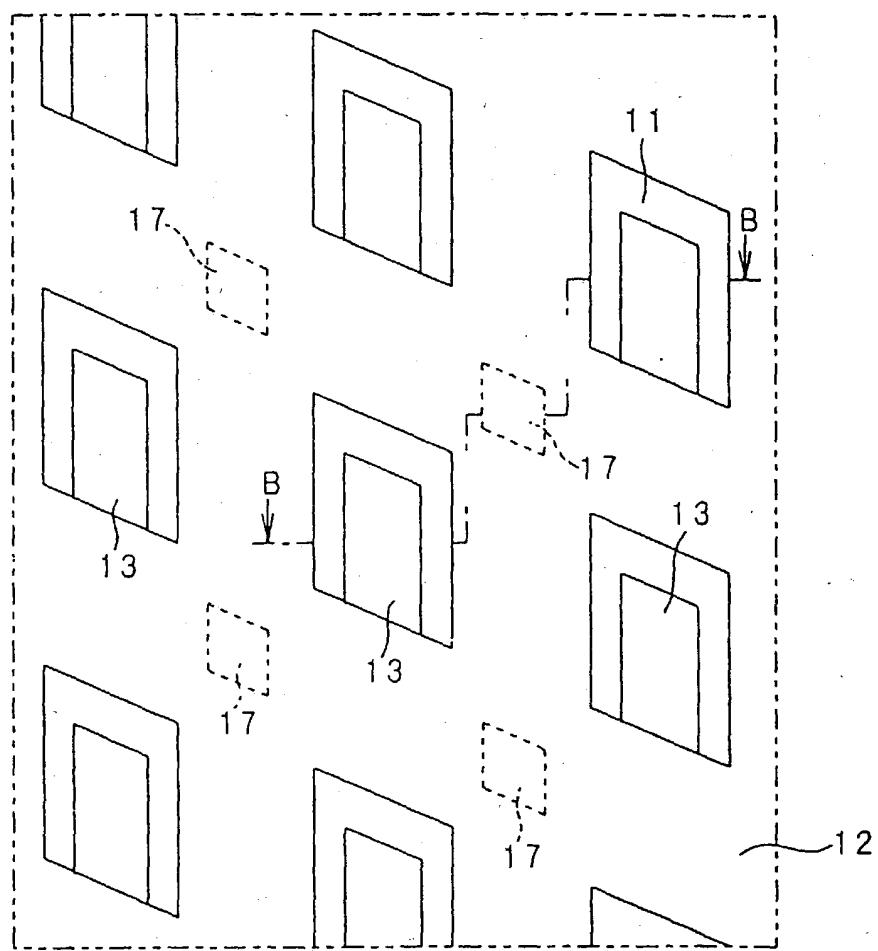




FIG. 4

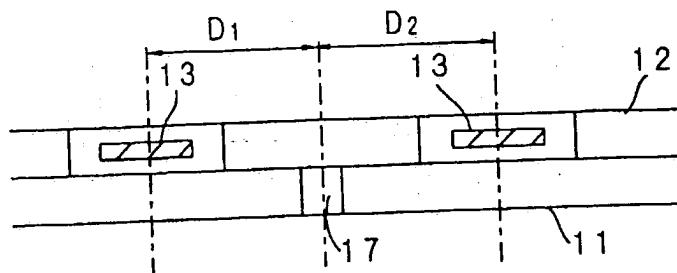


FIG. 5  
PRIOR ART

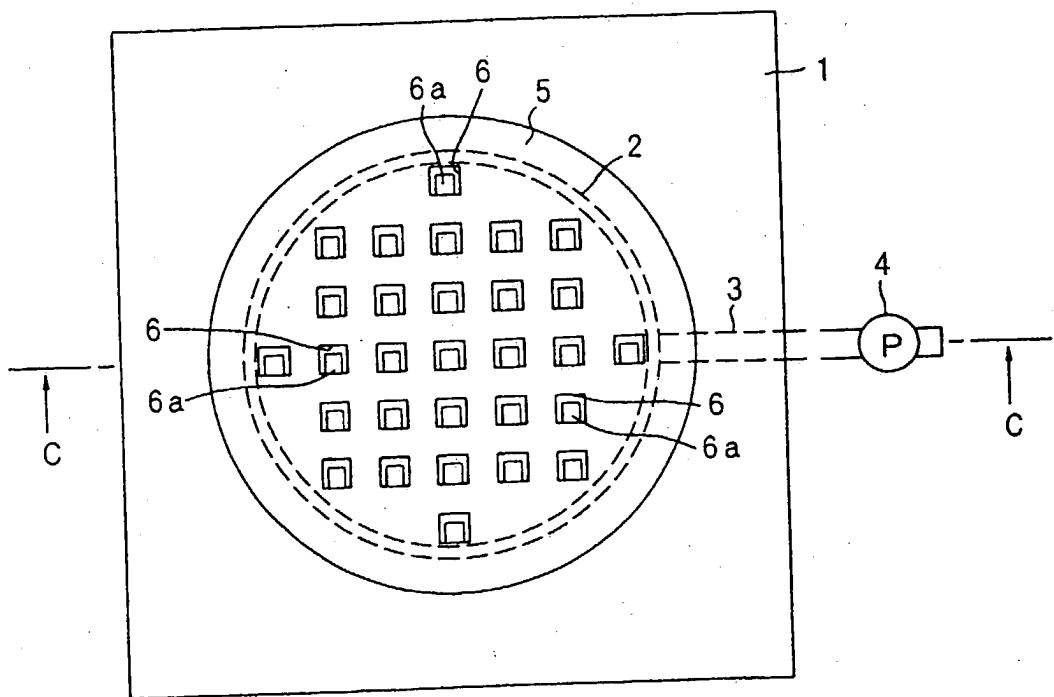
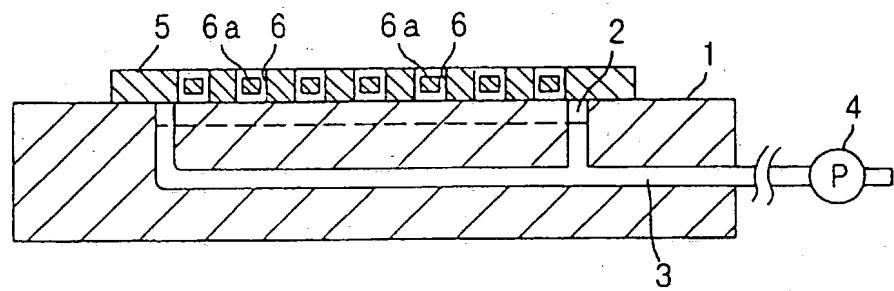




FIG. 6  
PRIOR ART







European Patent  
Office

## EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number

EP 93 11 6036

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int.Cl.)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 292 (E-219)(1437) 27 December 1983 & JP-A-58 168 253 (MITSUBISHI) 4 October 1983 * abstract *---	1	H01L21/00
A	DE-A-23 02 897 (THE LUCAS ELECTRICAL) * page 3, paragraph 3 - page 4, line 5; claim 1; figures 1-4 *---	1	
A	EP-A-0 433 503 (MPL PRECISION) * column 3, line 5 - column 5, line 22; claims 1,2; figures 1-4 *-----	1,2	
TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int.Cl.)			
H01L H05K			
The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search	Date of completion of the search	Examiner	
THE HAGUE	19 January 1994	Rieutort, A	
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS		T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons ..... & : member of the same patent family, corresponding document	
X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document			

